

CONCEPTUAL CHANGE CALON GURU SD TENTANG KONSEP SIKLUS AIR

PRESERVICE TEACHERS' CONCEPTUAL CHANGE ABOUT WATER CYCLE

¹⁾Subuh Anggoro, ²⁾Azmi Fitriati, ³⁾Reza Kurniawan,

⁴⁾Hanif Fathurakhman, ⁵⁾Tegar Putri Andriani

^{1,3,4,5)}Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar, Fakultas Pendidikan dan Ilmu Keguruan

²⁾Program Studi Akuntansi, Fakultas Ekonomi dan Bisnis

Universitas Muhammadiyah Purwokerto

Jalan Raya Dukuhwaluh, Kembaran, Banyumas 53182

*Email: subuhanggoro@ump.ac.id

ABSTRAK

Miskonsepsi seringkali dialami peserta didik dalam pembelajaran. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui dan menganalisis proses *conceptual change* yang terjadi pada mahasiswa PGSD tentang konsep Siklus Air. Metode penelitian yang digunakan adalah *mixed method*. Partisipan penelitian ini adalah mahasiswa PGSD yang mengikuti mata kuliah pembelajaran IPA sejumlah 24 orang terdiri dari 7 mahasiswa berlatar belakang SMU IPA dan sisanya Non IPA. Pengumpulan data *conceptual change* partisipan dilakukan saat pra pembelajaran dan paska pembelajaran. Data yang dikumpulkan berupa konsepsi yang dimiliki partisipan pada konsep Siklus Air. yang diberikan pada pembelajaran remedial. untuk mendapatkan gambaran tentang konsepsi awal, *conceptual change* dan *learning progression* partisipan selama pembelajaran dilakukan secara kualitatif dan kuantitatif. Data konsepsi secara kualitatif berupa kategori konsepsi, *conceptual change* dan *learning progression*. Sedangkan data kuantitatif berupa distribusi frekuensi dan prosentase partisipan berdasarkan kategori tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, melalui penggunaan model PDODE sebagian besar mahasiswa PGSD mengalami *conceptual change* dari *misconception* menjadi *scientific conception*. PDODE dapat digunakan sebagai alternatif model pembelajaran untuk memperbaiki konsepsi peserta didik.

Kata Kunci : *conceptual change*, miskonsepsi, siklus air

ABSTRACT

Misconceptions are often experienced by students in learning. The purpose of this research is to know and analyze the process of conceptual change that occurs in PGSD students about the concept of the Water Cycle. The research method used is a mixed method. The participants of this study were preservice teachers' who took science learning subjects. The number of participants consisted of 24 students consisting of 7 students with a high school science background and the rest were non-science. The participants conceptual change data collection was done during pre-learning and post-learning. The data collected is in the form of a conception that participants have in the Water Cycle concept given to remedial learning. To get an idea of the initial conception and conceptual change of participants during learning is done qualitatively and quantitatively. Conceptual data are in the form of conception and conceptual change categories. While quantitative data in the form of frequency distribution of participants based on these categories. The results showed that, through the use of the PDODE model, most PGSD students experienced conceptual change from misconception to scientific conception. PDODE can be used as an alternative learning model to improve students' conceptions.

Keywords : *conceptual change, misconception, water cycle*

PENDAHULUAN

Peserta didik seringkali meyakini konsep yang tidak tepat atau miskonsepsi tentang sains (Kang, dkk., 2004, 2005, 2010; Lederman, 1992; Lederman, dkk., 2002; Seung, dkk., 2009; Beck-Winchatz & Parra, 2013). Salah satu faktor penyebabnya adalah guru ternyata jarang atau bahkan tidak memberikan pemahaman yang benar tentang sains dalam proses pembelajaran (Burgoon, dkk., 2010; Stein, dkk., 2008). Bahkan hasil studi pada pendidikan calon guru juga memberikan kesimpulan yang sama (Abd-El-Khalick, dkk., 1998; Liu & Lederman, 2003; Anggoro dkk, 2017, 2019).

Miskonsepsi juga seringkali terjadi pada calon guru. Miskonsepsi tentang konsep gaya dan gerak banyak dialami oleh mahasiswa calon guru SD (Anggoro, dkk., 2017, 2019). Hasil survei terhadap mahasiswa calon guru SD tahun pertama dan tahun ketiga salah satu perguruan tinggi swasta

di Jawa Tengah, mengindikasikan bahwa konsepsi mereka tentang konsep Gerak Benda Jatuh Bebas (*Freefall*) bertentangan atau miskonsepsi dengan *accepted scientific theory*.

Menurut pandangan ilmuwan, jumlah air masih tetap dari awal penciptaan bumi, yang berubah adalah bentuk dari air dalam siklus air. Tetapi hasil penelitian Gunckel dkk (2008) menunjukkan bahwa peserta didik mengalami miskonsepsi bahwa jumlah air berkurang dari masa ke masa.

Menurut pandangan konstruktivisme, belajar adalah proses mengkonstruksi pengetahuan secara aktif, sehingga akan terjadi pengubahan konsepsi (*conceptual change*) (Duit, dkk., 2007). Menurut Posner dkk. (1982) agar terjadi *conceptual changes* maka harus terdapat 4 kondisi yaitu: (1) adanya *dissatisfaction* atas konsep yang dimiliki peserta didik; (2) konsepsi yang akan diperkenalkan harus dapat dimengerti (*intelligible*); (3) konsepsi tersebut harus dapat diterima secara logika (*plausible*); dan (4) konsepsi yang ditawarkan memiliki peran penting dalam memecahkan masalah (*fruitful*).

Miskonsepsi adalah sebuah keyakinan yang salah terhadap ide-ide, objek atau peristiwa yang dibangun berdasarkan pengalaman seseorang (Martin, dkk., 2002; Anggoro, 2019). Peserta didik sering memegang konsepsi yang tidak sesuai dengan konsep ilmiah. Mereka yang berada dalam situasi ini menolak untuk mengubah pandangan mereka tentang subjek yang dimaksud (Anggoro, dkk., 2017; Bani Salameh, 2017; Suppattayaporn, dkk., 2010; Burgoon, dkk., 2010; Gunstone, 1995).

Miskonsepsi berimplikasi terhadap proses pembelajaran selanjutnya (Ab Rahim, dkk., 2015). Pertama, jika miskonsepsi tidak terdeteksi dan diperbaiki dengan segera, itu dapat mengarah pada pemahaman konsep yang salah sehingga akan mempengaruhi hasil belajar peserta didik. Kemudian, ketika mereka belajar tentang konsep yang abstrak, peserta didik hanya menghafal konsep tanpa memahami konsepnya. Dengan hanya menghafal suatu konsep, tidak akan memberikan mereka pemahaman yang konkret, sehingga belajar menjadi tidak bermanfaat dalam membangun kemampuan berpikir kritis dan kreatif (Kabaca, dkk., 2011).

Mahasiswa calon guru SD berasal dari beragam latar belakang Sekolah Menengah Umum (SMU). Data penerimaan mahasiswa calon guru SD pada sebuah perguruan tinggi swasta di Jawa Tengah selama dalam kurun waktu 2008-2017 menunjukkan rata-rata 40% mahasiswa baru memiliki latar belakang SMA IPA, 45% SMA Non IPA, 4% SMK IPA, 10% SMK Non IPA dan sisanya dari sekolah agama. Sehingga upaya untuk merekonstruksi miskonsepsi bagi calon guru SD merupakan langkah strategis, mendesak dan diharapkan berdampak positif dalam jangka panjang.

Dalam pembelajaran tematik sains, menemukan miskonsepsi yang dialami peserta didik, kemudian menindaklanjuti dengan merancang model dan strategi pengajaran berdasarkan temuan, sehingga pembelajaran yang dikembangkan, akan memberikan pengalaman belajar yang bermakna (Chia, 1996). Langkah tersebut akan memungkinkan peserta didik untuk mengenali kesalahpahaman mereka, memperbaikinya, kemudian secara konsisten menggunakan proses tersebut dalam menginterpretasi fenomena dan konsep yang lebih rumit.

Tujuan kajian ini adalah untuk mengetahui dan menganalisis *conceptual change* mahasiswa PGSD pada mata kuliah Pembelajaran IPA menggunakan model pembelajaran PODE berbantuan Multimedia Visual tentang konsep Siklus Air.

METODE

Untuk menjawab pertanyaan penelitian, metode penelitian yang digunakan adalah *mixed methods* dengan desain penelitian *Intervention Mixed Methods Design* (Creswell, 2013; Creswell & Plano, 2011; Ponce & Maldonado, 2016). Desain penelitian ini menggunakan dua metode penelitian. Metode kualitatif digunakan bertujuan untuk menemukenali miskonsepsi yang dialami peserta didik, faktor-faktor penyebab dan upaya-upaya alternatif dalam merekonstruksi atau mengkonstruksi konsepsi peserta didik dalam pembelajaran IPA khususnya tentang konsep Siklus Air. Sedangkan metode kuantitatif digunakan untuk mendapatkan gambaran tentang perubahan konsepsi menggunakan

model PODE berbantuan Multimedia Visual, berupa level *conceptual change* yang terjadi pada awal dan akhir pembelajaran.

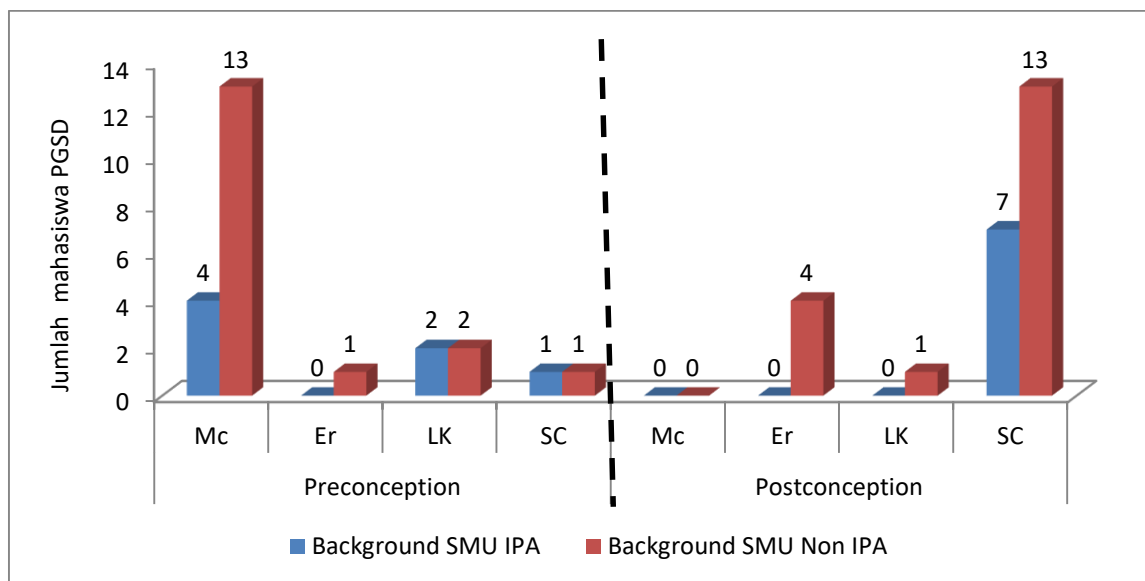
Partisipan penelitian adalah mahasiswa Program Studi PGSD yang mengambil mata kuliah Pembelajaran IPA yang terdiri dari 7 mahasiswa berlatar belakang SMU IPA dan 17 mahasiswa non IPA.

Pada saat pra pembelajaran, data yang dikumpulkan berupa konsepsi partisipan tentang fenomena konsep Siklus Air. Kemudian data tersebut dikategorisasi berdasarkan kesamaan relatif konsepsi masing-masing partisipan, menjadi data konsepsi awal dari *conceptual change* maupun *learning progression* partisipan baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Pada saat paska pembelajaran, data yang dikumpulkan berupa konsepsi partisipan setelah melakukan diskusi terbimbing dan jawaban tes konsepsi tentang konsep yang dipelajari. Data berupa konsepsi partisipan paska pembelajaran menjadi acuan dalam menentukan kategori konsepsi, *conceptual change* partisipan.

Sebelum dilakukan intervensi, dilakukan analisis kualitatif secara eksploratif mengenai miskonsepsi yang dialami peserta didik, faktor-faktor penyebab dan upaya-upaya alternatif dalam mengubah konsepsi peserta didik. Instrumen penelitian yang digunakan untuk mendapatkan data kualitatif tentang miskonsepsi yang dimiliki peserta didik berupa tes konsepsi menggunakan *four tier test*. Sedangkan studi literatur digunakan untuk mengetahui faktor-faktor penyebab miskonsepsi dan upaya-upaya alternatif dalam mengubah konsepsi peserta didik. Kemudian pada tahap akhir dilakukan interpretasi hasil intervensi berdasarkan data kuantitatif maupun kualitatif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

PODE mampu meningkatkan *conceptual change* mahasiswa calon guru SD tentang konsep Siklus Air. *Conceptual change* mahasiswa calon guru SD tentang konsep tersebut disajikan pada Gambar 1.



Keterangan :

Mc : *Misconception*

Er : *Error*

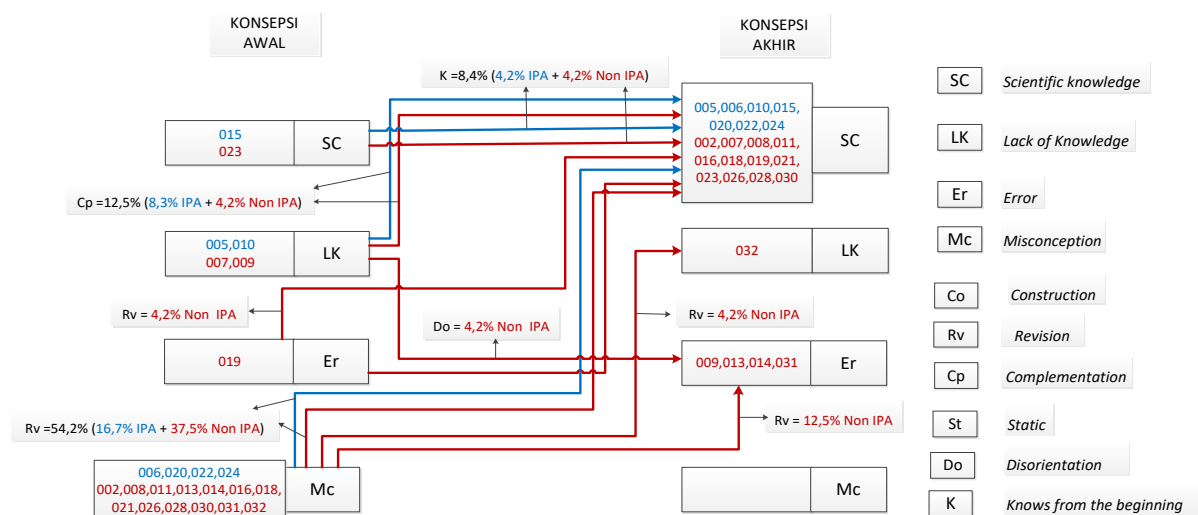
LK : *Lack of Knowledge*

SC : *Scientific Conception*

Gambar 1. Profil Konsepsi Mahasiswa PGSD tentang Siklus Air

Gambar 1 mengindikasikan bahwa miskonsepsi tentang Siklus Air dialami oleh 71% partisipan pada saat pra pembelajaran. Namun demikian terdapat sebagian kecil mahasiswa PGSD yang memahami konsep tersebut dengan benar. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa memberikan pemahaman konsep tidak dapat dilakukan hanya menggunakan pembelajaran yang tradisional (Champagne, dkk., 1983; Driver & Easley, 1978; Guzzetti, 2000; Unal & Costu, 2005).

Gambar 1 mengindikasikan bahwa, setelah menggunakan model PDODE, terjadi *conceptual change* yang mengarah ke *scientific conception*. Sebanyak 83% partisipan yang telah mengalami *scientific conception*. Namun demikian masih terdapat 21% partisipan yang memiliki background SMU non-IPA belum memiliki tingkatan tersebut pada saat paska pembelajaran. *Conceptual change* mahasiswa PGSD tentang konsep tersebut disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Profil Konsepsi dan *Conceptual Change* Mahasiswa PGSD tentang Siklus Air

Gambar 2 menggambarkan profil kategori *conceptual change* partisipan tentang Siklus Air. Data tersebut mengindikasikan bahwa PDODE berbantuan Multimedia Visual menyebabkan *conceptual change* yang positif, baik secara klasikal maupun individual. Seluruh mahasiswa PGSD dengan latar belakang SMU IPA memiliki konsepsi akhir dengan kategori *scientific conception*. Sedangkan sebagian kecil mahasiswa PGSD dengan latar belakang SMU Non IPA yang mengalami *error* dan *lack of knowledge*. Secara umum sebagian besar partisipan telah mengalami *conceptual change* yang lebih baik dibanding konsepsi awal mereka.

Perkembangan *conceptual change* mahasiswa PGSD, menunjukkan arah yang benar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa partisipan baik yang latar belakang SMU IPA maupun non IPA yang mengalami *revision* dari *error* menuju ke *scientific conception* maupun *lack of knowledge* tidak berbeda jauh. Hal ini menandakan bahwa PDODE berbantuan Multimedia Visual memberikan kesempatan yang sama untuk mendapatkan *scientific conception*.

Hasil-hasil penelitian menggunakan berbagai instrumen asesmen seperti *sentence verification tasks* (Potvin dkk., 2015; Shtulman & Valcarcel, 2012), tes pilihan ganda (Schneider & Hardy, 2013), maupun wawancara/interview (diSessa, dkk., 2004) menunjukkan bahwa miskonsepsi tertanam kuat dalam memori jangka panjang siswa tidak hanya ketika kecil tapi bahkan hingga dewasa (Shtulman & Harrington, 2015). Hal ini didukung beberapa penelitian terdahulu (seperti Vosniadou & Ionanides, 1998: 1203; Vosniadou, 2008; Limon, 2001; Anggoro, dkk., 2017, 2019) bahwa *conceptual change* dalam pembelajaran sains terjadi secara gradual melalui serangkaian kegiatan yang dilakukan secara berkesinambungan dan terstruktur.

Perubahan konsepsi dipandang sebagai ontologi, yaitu, ketika peserta didik melihat sifat dari konsep sedang dipelajari, kemudian berusaha untuk memeriksa konsepsi peserta didik dengan cara-cara yang dianggap ilmiah setelah melalui proses pembelajaran. Dengan demikian, perubahan konsepsi menggunakan PDODE berbantuan Multimedia Visual, dalam perspektif epistemologis merupakan *nature of coming to know* dan dalam perspektif ontologis merupakan *on the nature or reality* telah berjalan dengan benar (Treagust & Duit, 2008).

Efektivitas dari PDODE berbantuan Multimedia Visual bergantung pada keaktifan peserta didik memahami miskonsepsi yang mereka miliki, seringkali melalui argumentasi dan konstruksi

sosial dari penjelasan yang dapat dibenarkan. Daripada sekadar mengoreksi miskonsepsi dan memberi tahu peserta didik, melalui model pembelajaran ini, peserta didik dibimbing untuk membangun konsepsi ilmiah melalui *pengalaman langsung (experiential learning)* didukung multimedia visual (Unal, 2008). Dengan cara ini, peserta didik mengembangkan pemahaman tentang keterbatasan konsepsi mereka dan bisa menerima konsepsi yang ilmiah (Yin, dkk., 2008).

KESIMPULAN

Konsepsi awal sebagian besar mahasiswa PGSD berada pada kategori miskonsepsi. Miskonsepsi tersebut disebabkan oleh konsepsi yang tidak tepat akibat dari proses pembelajaran (*school-made misconception*). PODE berbantuan Multimedia Visual dapat merubah konsepsi ketika digunakan dalam Pembelajaran IPA tentang konsep Siklus Air secara lebih baik, ditinjau dari level *conceptual change* partisipan. Hal ini ditunjukkan dengan sebagian besar dari mereka telah mengalami *conceptual change* dari miskonsepsi menuju *scientific conception*.

DAFTAR PUSTAKA

- Ab Rahim, R., Noor, N.Md. & Zaid, N.Md. (2015). Meta-analysis on element of cognitive conflict strategies with a focus on multimedia learning material development. *International Education Studies*; 8 (13), 73-78. DOI: <http://dx.doi.org/10.5539/ies.v8n13p73>
- Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Lederman, N. G. (1998). The nature of science and instructional practice: Making the unnatural natural. *Science Education*, 82, 417-437. doi/abs/10.1002/(SICI)1098-237X(199807)82:4<417::AID-SCE1>3.0.CO;2-E
- Anggoro, S., Widodo, A. & Suhandi, A. (2017). Pre-service Elementary Teachers Understanding on Force and Motion. *Journal of Physics: Conference Series*, 895, 012151, 7 pp. DOI: 10.1088/1742-6596/895/1/012151. DOI: <https://doi.org/10.29333/ejmste/105275>
- Anggoro, S., Widodo, A. & Suhandi, A. (2019). Using a Discrepant Event to Facilitate Preservice Elementary Teachers' Conceptual Change about Force and Motion. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 15(8),1-21.
- Bani-Salameh, H.N. (2017). How persistent are the misconceptions about force and motion held by college students? *Physics Education*, 52, 014003, 7 pp DOI: 10.1088/1361-6552/52/1/014003/
- Barke, H-D, Al Hazari & Yitbarek, S. (2009). *Misconceptions in Chemistry: Addressing Perceptions in Chemical Education*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag. https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-540-70989-3_5
- Beck-Winchatz, B. & Parra, R.D. (2013) Finding Out What They Really Think: Assessing NonScience Majors' Views of the Nature of Science, *College Teaching*, 61(4), 131-137 DOI 10.1080/87567555.2013.809686
- Burgoon, J., Heddle, M., & Duran, E. (2010). Re-Examining the Similarities Between Teacher and Student Conceptions About Physical Science. *Journal of Science Teacher Education*, 21,7, 859-872. DOI:10.1007/s10972-009-9177-0
- Champagne, A., Gunstone, R. & Klopfer, L. (1983). Naive knowledge and science learning. *Research in Science and Technological Education*, 1,2, 175-183. <https://doi.org/10.1080/0263514830010205>
- Creswell, J.W. 2013. "Steps in Conducting a Scholarly Mixed Methods Study" (2013). DBER Speaker Series. 48. <http://digitalcommons.unl.edu/dberspeakers/48>
- Creswell, J., & Plano, C.V. (2011). *Designing and Conducting Mixed Methods Research* (2nd Ed). Thousand Oaks: Sage Publications. https://books.google.co.id/books?hl=en&lr=&id=6tYNo0UpEqkC&oi=fnd&pg=PR1&ots=LYS2x7GfWY&sig=mJZxMFq0bbyXvF196R_6l9u19Ww&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

- Driver, R. & Easley, J. (1978). Pupils and paradigms: A review of literature related to concept development in adolescent science students. *Studies in Science Education*, 5, 61-68. <https://doi.org/10.1002/sce.3730770403>
- Duit, R., Widodo, A., & Wodzinski, C. (2007). Conceptual change idea: teachers' views and their instructional practice. In S. Vosniadou, A. Baltas, & X. Vamvakoussi (Eds.), *Re-framing the conceptual change approach in learning and instruction* (pp. 197–217). Amsterdam: Elsevier, in association with the European Association of Learning and Instruction. <https://epdf.tips/reframing-the-conceptual-change-approach-in-learning-and-instruction-advances-in.html>
- Gunckel, K.L., Covitt, B.A., & Anderson, C.W. (2009). Learning a secondary discourse: Shifts from force-dynamic to model-based reasoning in understanding water in socio-ecological systems. Paper presented at the Learning Progressions in Science (LeaPS) Conference, Iowa City, IA. <http://www.education.msu.edu/projects/leaps/proceedings/Gunckel.pdf>
- Gunstone, R.F. (1995). The Importance of Specific Science Content in the Enhancement of Metacognition. in Fensham, P. J. Gunstone, R.F. & White R.T. (Eds.), *The Content of Science: A Constructivism Approach to Its Teaching and Learning*(pp. 131-146). London: The Falmer Press.
- Guzzetti, B.J. (2000). Learning counter-intuitive science concepts: What have we learned from over a decade of research? *Reading and Writing Quarterly*, 16, 2, 89-98. DOI: 10.1080/105735600277971
- Kabaca, T., Karadag, Z. & Aktumen, M. (2011). Misconception, cognitive conflict and conceptual changes in geometry: A case study with pre-service teachers. *Mevlana International Journal of Education*, 1,2, 44-55. <http://www.acarindex.com/dosyalar/makale/acarindex-1423908923.pdf>
- Kang, H., Scharmann, L.C., Kang, S., Noh, T. 2010. Cognitive conflict and situational interest as factors influencing conceptual change *International Journal of Environmental & Science Education*, 5, 4, 383-405. <https://pegem.net/dosyalar/dokuman/138376-20140102105410-1.pdf>
- Kang, S., Scharmann, L.C., & Noh, T. (2004). Reexamining the role of cognitive conflict in science concept learning. *Research in Science Education*, 34(1), 71-96. DOI: 10.1023/B:RISE.0000021001.77568.b3
- Kang, S., Scharmann, L.C., Noh, T., & Koh, H. (2005). The influence of students' cognitive and motivational variables in respect of cognitive conflict and conceptual change. *International Journal of Science Education*, 27,9, 1037-1058. DOI: 10.1080/09500690500038553
- Limon, M. (2001). On the cognitive conflict as an instructional strategy for conceptual change: A critical appraisal. *Learning and Instruction*. 11, 357 – 380. DOI: 10.1016/S0959-4752(00)00037-2
- Liu, S., & Lederman, N. G. (2003). Taiwanese preservice teachers' conceptions of nature of science. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Philadelphia, PA. <https://eric.ed.gov/?id=ED474721>
- Martin, R., Sexton, C. & Gerlovich, J. (2002). *Teaching science for all children: methods for constructing understanding*. Boston: Allyn and Bacon. https://books.google.co.id/books/about/Teaching_science_for_all_children.html?id=VaYLAQAA-MAAJ&redir_esc=y
- Ponce, O.O. & Pagán-Maldonado, N. (2015). Mixed methods research in education: capturing the complexity of the profession. *International Journal of Educational Excellence*, 1,1, 111-135
- Posner, G.J., Strike, K. A., Hewson, P.W. & W. A. Gertzog. (1982). Accommodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change. *Science Education* 66,2, 211-227. DOI: 10.1002/sce.3730660207

- Potvin, P., Skelling-Desmeules, Y., & Sy, O. (2015). Exploring secondary students' conceptions about fire using a two-Tier, True/False, easy-to-Use diagnostic test. *Journal of Education in Science, Environment and Health*, 2,1, 62–78
- Stein, M., Larrabee, T.G. & Barman, C. R. (2008). A study of common beliefs and misconceptions in physical science. *Journal of Elementary Science Education*, 20,2, 1-11. DOI: 10.1007/BF03173666
- Suppattitayaporn, D., Emarat N. & Arayathanitkul, K. (2010) The effectiveness of peer instruction and structured inquiry on conceptual understanding of force and motion: a case study from Thailand, *Research in Science & Technological Education*, 28,1, 63-79. DOI: 10.1080/02635140903513573
- Treagust, D.F. & R. Duit (2008) Conceptual change: a discussion of theoretical, methodological and practical challenges for science education. *Cultural Studies of Science Education*, 3, 297–328. DOI: 10.1007/s11422-008-9090-4
- Unal, S. (2008). Changing students' misconceptions of floating and sinking using hands-on activities. *Journal of Baltic Science Education*, 7, 3, 134-146. https://www.researchgate.net/profile/Suat_Uenal2/publication/289652049_Changing_students'_misconceptions_of_floating_and_sinking_using_hands-on_activities/links/5703b42408aea09bb1a449a4.pdf
- Ünal, S., & Coştu, B. (2005). Problematic issue for students: Does it sink or float?. In *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 6,1, 1-16). The Education University of Hong Kong, Department of Science and Environmental Studies. https://www.researchgate.net/profile/Suat_Uenal2/publication/26411488_Problematic_issue_for_students_Does_it_sink_or_float/links/5702556508ae9969f7027bb1/Problematic-issue-for-students-Does-it-sink-or-float.pdf
- Vosniadou, S. & C. Ioannides, (1998). From conceptual development to science education: A psychological point of view. *International Journal of Science Education*, 20, 1213–1230. DOI: 10.1080/0950069980201004
- Vosniadou, S. (2008). Bridging culture with cognition: a commentary on “culturing” conceptions: from first principles. *Cultural Studies of Science Education*, 3, 277–282. DOI: 10.1007/s11422-008-9098-9
- Yin, Y., M., Tomita, K. & Shavelson, R.J. (2008). Diagnosing and dealing with student misconceptions: floating and sinking. *Science Scope*, 34-39. <https://eric.ed.gov/?id=EJ790452>